

HERRAMIENTAS ESTRATÉGICAS DE CONFIABILIDAD OPERACIONAL

Administración de Empresas

Este material de autoestudio fue creado en el año 2006 para la asignatura Administración de Empresas del programa Ingeniería Electromecánica y ha sido autorizada su publicación por el (los) autor (es), en el Banco de Objetos Institucional de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.





Herramientas Estratégicas de Confiabilidad Operacional

Ing. MSc. Oliverio García Palencia
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Seminario Internacional Kede Consulting
Quito, Guayaquil, Ecuador. Julio de 2006.

Agenda

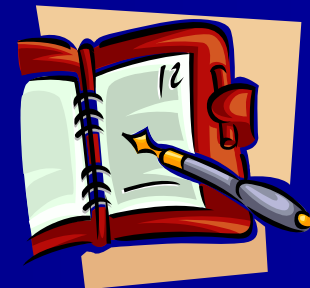


- ◆ Introducción
- ◆ Módulo I: Gestión de Mantenimiento
- ◆ Módulo II: Estrategias Modernas de Mantenimiento
- ◆ Módulo III: Herramientas de Confiabilidad
Análisis de Criticidad, Análisis de Modos y Efectos de Falla, Análisis Causa Raíz, Inspección Basada en Riesgo
- ◆ Debate y Conclusiones.

Agenda

MÓDULO 1. FILOSOFÍA DEL MANTENIMIENTO

- ◆ Misión del Mantenimiento
- ◆ Eras del Mantenimiento
- ◆ Diez Mejores Prácticas
- ◆ Gestión de Activos Empresariales
- ◆ Tipos de Mantenimiento
- ◆ Análisis de Costos del Mantenimiento
- ◆ Confiabilidad Operacional
- ◆ Aplicación de la Confiabilidad Operacional
- ◆ Frentes de La Confiabilidad Operacional
- ◆ Estrategias de Mantenimiento Moderno.



Objetivo

Analizar los principios, conceptos y metodologías inherentes a la Confiabilidad Operacional, considerando su importancia en el ámbito de la Gestión Moderna del Mantenimiento y sus mejores prácticas.

Objetivos estratégicos de las operaciones

- Flexibilidad
- Reducción de costes
- Mejora de la calidad
- Seguridad
- Conservación y transferencia de conocimientos
- Responsabilidad medio ambiente
- Educación y Formación

Misión del Mantenimiento



El Mantenimiento Industrial como parte integral de la producción, tiene como propósito preservar la función de los equipos industriales, mediante programas de prevención de fallas, reparación de daños y mejoramiento continuo, para el logro de sus tres objetivos básicos:

- ◆ Máxima Disponibilidad de los Activos
- ◆ Seguridad y Confiabilidad total de los Activos Fijos
- ◆ Administración eficaz de los recursos.

Impacto del Mantenimiento

- ✿ CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN
 - ◆ Mejorar la productividad de la planta
 - ◆ Mantener la capacidad de diseño
- ✿ COSTOS DE MANUFACTURA
 - ◆ Reducción de tiempos de mantenimiento
 - ◆ Reducción de los tiempos de paradas
- ✿ SEGURIDAD INDUSTRIAL
 - ◆ Reducción de fallas críticas y catastróficas
 - ◆ Mayor seguridad del personal
- ✿ SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES
 - ◆ Cumplimiento de las entregas
 - ◆ Alta Calidad de los Productos.



Elementos del Mantenimiento

- ◆ La Organización
- ◆ El Talento Humano
- ◆ La Disponibilidad de Equipos
- ◆ La Gestión de Materiales
- ◆ El Control de Costos
- ◆ EL Medio Ambiente
- ◆ La Confiabilidad de sus Activos.



Eras del Mantenimiento

PRIMERA GENERACIÓN: Hasta la segunda guerra mundial

SEGUNDA GENERACIÓN: Después de la segunda guerra mundial

TERCERA GENERACIÓN: Desde mediados de los ochenta

CUARTA GENERACIÓN: A partir del nuevo milenio.

Primera Generación

**Reparar en caso de
Avería.**

Segunda Generación

**Mayor disponibilidad
de planta.
Mayor vida útil de los
Equipos.
Más bajos costos.**

Tercera Generación

**Mayor disponibilidad y
Confiabilidad.
Mayor Costo -Efectividad.
Mayor seguridad.
No deteriorar el medio ambiente.
Mejor calidad de los productos.
Mayor duración de los equipos.**

Cuarta Generación del Mantenimiento

- ◆ Gerencia de Activos (AM)
- ◆ Confiabilidad Integral del Activo
- ◆ Mantenimiento Basado en el Negocio (BBM)
- ◆ Optimización de Mantenimiento Preventivo (PMO)
- ◆ Análisis de Incertidumbre (RBI)
- ◆ Prevención del Mantenimiento (MP)
- ◆ Optimización Costo-Riesgo-Beneficio (BRCO)
- ◆ Análisis del Costo del Ciclo de Vida (LCC)
- ◆ Modelos Mixtos de Confiabilidad (RMM)
- ◆ Optimización Integral del Mantenimiento (MIO).

Diez Mejores Prácticas

- ◆ Trabajo en Equipo
- ◆ Contratistas Enfocados a la Productividad
- ◆ Integración con Proveedores
- ◆ Apoyo y Visión Gerencial
- ◆ Planificación y Programación Proactiva
- ◆ Mejoramiento Continuo
- ◆ Gestión Disciplinada de Materiales
- ◆ Integración de los Sistemas
- ◆ Gerencia de Paradas de Plantas
- ◆ Producción Basada en Confiabilidad.



10 Mejores Prácticas

Dinámica Organizacional

- ◆ Organización basada en equipos de trabajo
- ◆ Contratistas orientados a la productividad
- ◆ Integración con proveedores de materiales y servicios
- ◆ Apoyo y Visión Gerencial.

Procesos de Trabajo

- ◆ Planificación y programación proactiva
- ◆ Mejoramiento Continuo
- ◆ Gestión disciplinada de procura de materiales
- ◆ Integración de procesos y sistemas.

Gerencia de Activos

- ◆ Gestión de Paradas de Plantas
- ◆ Producción Basada en Confiabilidad.



Cambio Organizacional



Fuente: Ivancevich, J.

Proceso de Cambio

- ◆ Creer que el cambio es importante y valioso
- ◆ Tener una visión que describa el estado deseado
- ◆ Identificar las barreras reales y potenciales
- ◆ Implementar estrategias para alcanzar la visión
- ◆ Liderar el proceso con las personas aceptadas
- ◆ Medir los resultados con sistemas de evaluación
- ◆ Entrenar para corregir comportamientos no deseados
- ◆ Establecer sistemas de reconocimiento y recompensas.



Claves de la Competitividad

- ◆ Flexibilidad y adaptación al cambio
- ◆ Liderazgo efectivo
- ◆ Ruptura de paradigmas
- ◆ Innovación
- ◆ Visión
- ◆ Estrategia.



Que es Gestión de Activos?



El juego de disciplinas, métodos, procedimientos y herramientas para optimizar el Impacto Total de Costos, desempeño y exposición al riesgo, en la Vida del Negocio, asociado con Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad, Longevidad, Eficiencia y regulaciones de cumplimiento en seguridad y ambiente de los activos físicos de una compañía.

Gestión del Mantenimiento

- ◆ Garantizarle al cliente interno o externo, que el parque industrial esté disponible, cuando lo requiera con confiabilidad y seguridad total, durante el tiempo necesario para operar, con las condiciones técnicas y tecnológicas exigidas previamente, para producir bienes o servicios que satisfagan necesidades, deseos o requerimientos de los compradores o usuarios, con los niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno al menor costo posible y con los mayores índices de productividad y competitividad.

Tipos de Mantenimiento

- ◆ **Mantenimiento Reactivo:**
 - ✱ Mantenimiento Reparativo
 - ✱ Mantenimiento de Emergencia
 - ✱ Mantenimiento Correctivo
 - ✱ Mantenimiento Reconstructivo.
- ◆ **Mantenimiento Proactivo:**
 - ✱ Mantenimiento Preventivo
 - ✱ Mantenimiento Predictivo
 - ✱ Mantenimiento Detectivo
 - ✱ Mantenimiento Mejorativo.



Mantenimiento del Pasado

- ◆ Altos Inventarios
- ◆ Grandes Cuadrillas
- ◆ Formación Artesanal
- ◆ Especialización por Áreas
- ◆ Predominio de lo Empírico
- ◆ Desconocimiento de Gestión
- ◆ Mantenimiento como Función
- ◆ Inadecuado Manejo de Recursos
- ◆ Excelente Atención de las Emergencias.



Nuevas Tendencias del Mantenimiento

- ◆ Mantenimiento Basado en Condición
- ◆ No hacer en vez de hacer
- ◆ Calidad de la Gestión Administrativa
- ◆ Prevención de Fallas en vez de Mantenimiento Preventivo
- ◆ Aumento de la Disponibilidad y Confiabilidad
- ◆ Centralización de Planeación y Programación
- ◆ Aplicación de Indicadores de Resultados
- ◆ Mantenimiento Eficiente y Oportuno.

Características del Nuevo Mantenimiento

- ◆ Mayor Sentido de Pertenencia
- ◆ Mantenimiento como Gestión
- ◆ Análisis de Puntos Débiles
- ◆ Procedimientos Estandarizados
- ◆ Efectividad de Contratación y Adquisiciones
- ◆ Participación en la Selección de Tecnología
- ◆ Políticas de Reposición de Equipos
- ◆ Apropiación Económica de Inventarios
- ◆ Sistema de Gestión de Información
- ◆ Planeación y Programación de Actividades
- ◆ Mantenimiento Autónomo de primera línea
- ◆ Integración de Producción y Mantenimiento.



Estrategias del Mantenimiento

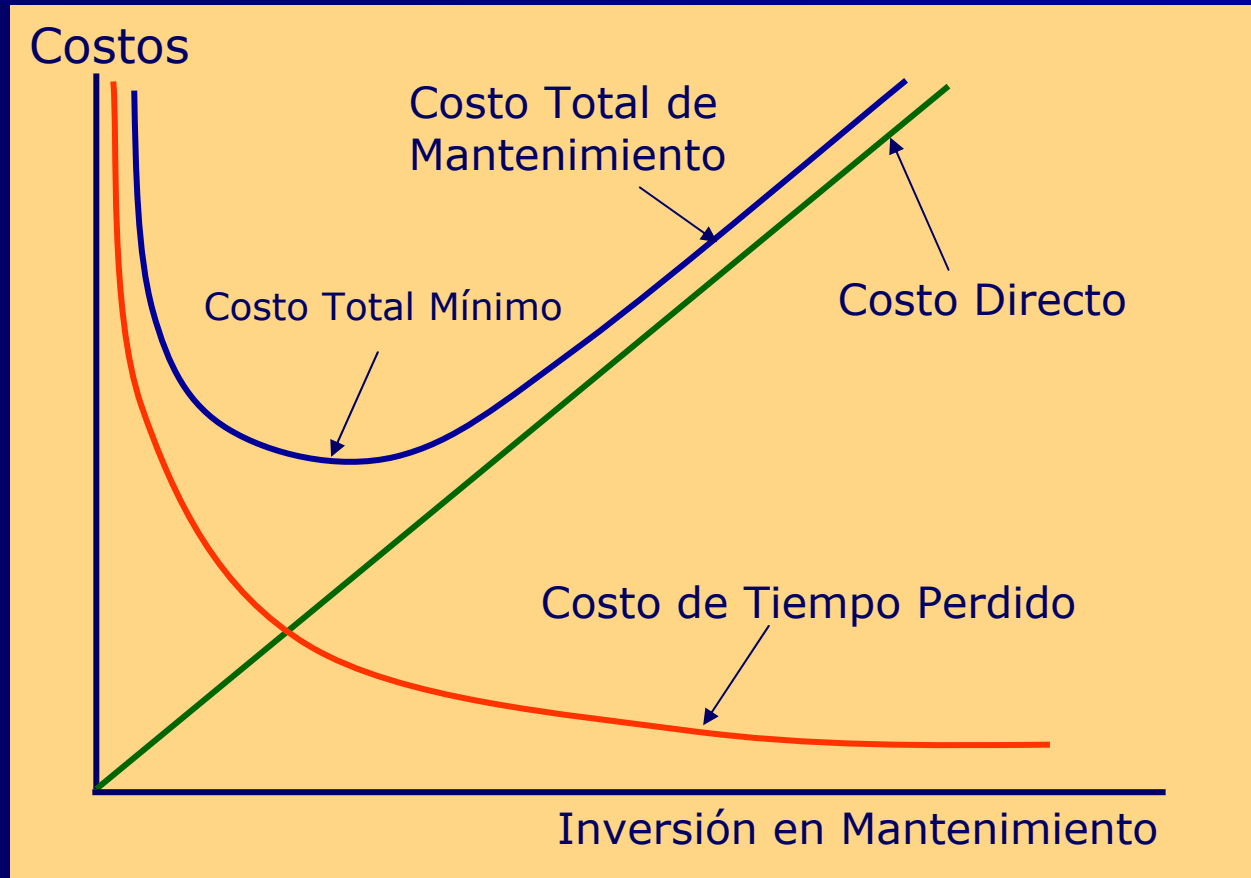
- ✦ Desarrollo Integral del Talento Humano
- ✦ Proyectar la Función del Mantenimiento para la Productividad
- ✦ Construir una Nueva Cultura de Mantenimiento
- ✦ Fomentar el Trabajo en Equipo
- ✦ Establecer panoramas de Riesgo y de Protección al Medio Ambiente
- ✦ Desarrollar Procesos de Reingeniería de Mantenimiento
- ✦ Gestionar de forma óptima la información en Mantenimiento.

Parámetros de Mantenimiento

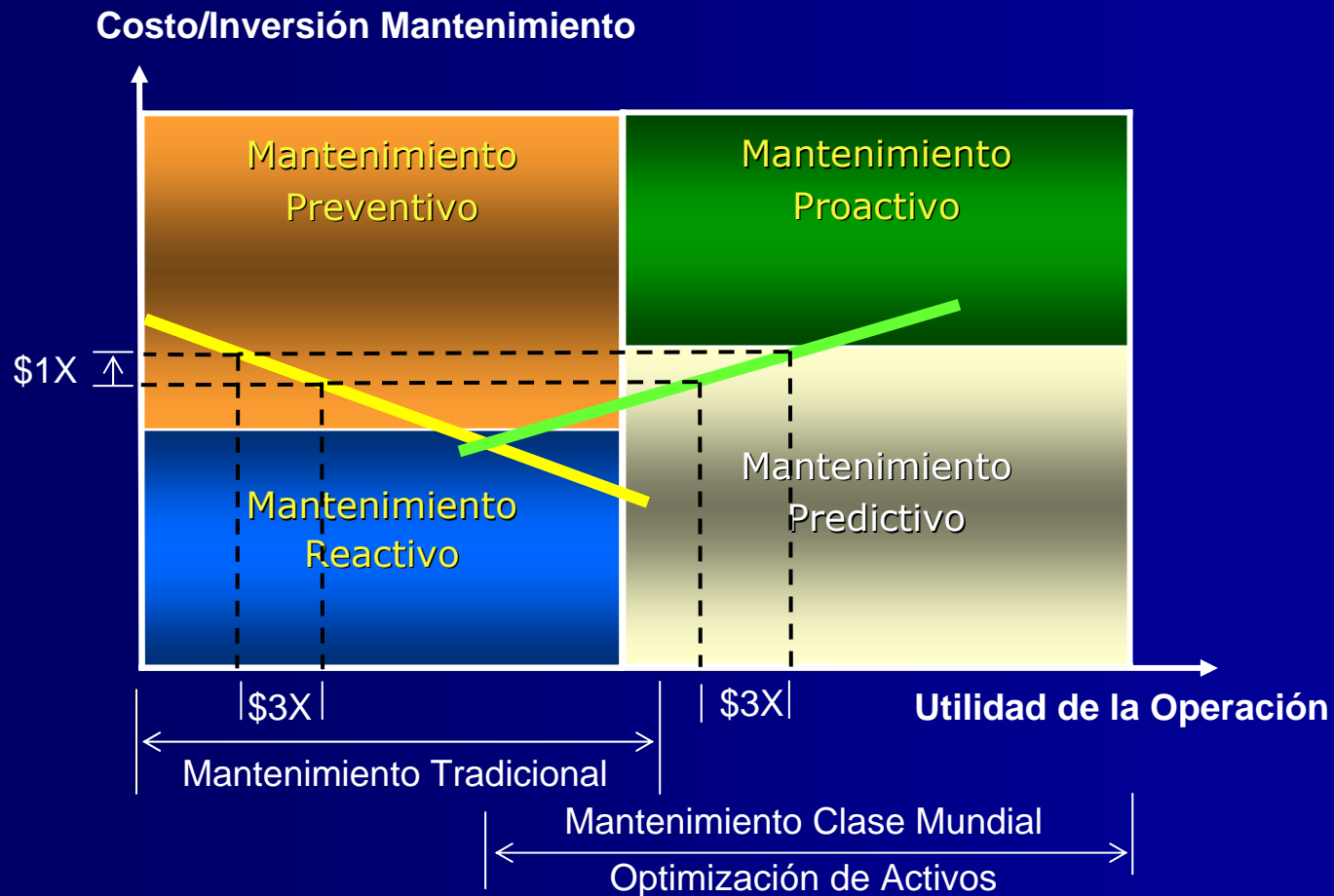
- ◆ Confiabilidad, $R(t)$
- ◆ Probabilidad de Falla, $F(t)$
- ◆ Índice de Falla, $\lambda(t)$
- ◆ Mantenibilidad, $M(t)$
- ◆ Disponibilidad, $D(t)$
- ◆ Efectividad global, (OEE)
- ◆ Tiempo Promedio Entre Fallas, (MTBF)
- ◆ Tiempo Medio Para Reparar, (MTTR).



Costos del Mantenimiento



Costos vs. Utilidades



Empresas de Clase Mundial



Confiabilidad Operacional

- ◆ La Confiabilidad de un sistema o un equipo, es la probabilidad de que dicha entidad pueda operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función.
- ◆ La Confiabilidad Operacional lleva implícita la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un específico contexto operacional.

Confiabilidad Operacional

- Mas reciente de las metodologías surgidas para optimizar la Productividad Industrial
- Son labores desarrolladas con el propósito de aprovechar el historial de fallas, convirtiéndolo en oportunidades de mejora
- Involucra a las personas, los procesos, los equipos y está basada sobre una aproximación de sentido común hacia la excelencia.



Definición

- ♦ Una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, en búsqueda de optimizar la gestión, planeación y control, de la producción industrial.

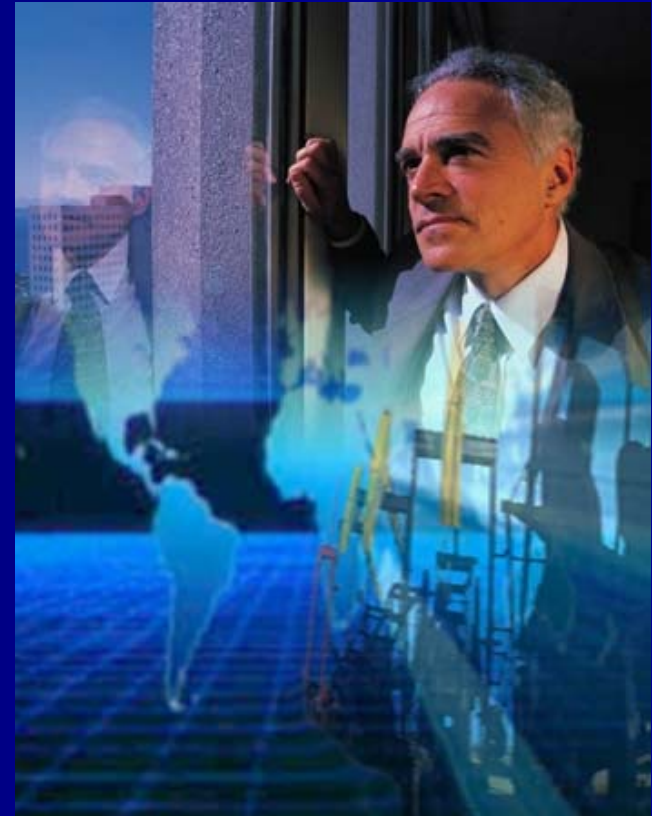


Aplicación de la Confiabilidad

- ◆ Elaboración de los planes y programas de mantenimiento e inspección de equipos
- ◆ Solución de problemas recurrentes en sus Activos Físicos
- ◆ Determinación de tareas para minimizar riesgos en los procesos, equipos y medio ambiente
- ◆ Establecer el alcance y frecuencia óptima de paradas de plantas
- ◆ Establecer procedimientos operacionales y prácticas de trabajo seguro.

Confiabilidad Operacional

- ◆ La Confiabilidad es más que una probabilidad; es una nueva forma de ver el mundo, en realidad es una **Cultura** que debe implementarse a todos los niveles de la empresa.
- ◆ Posee cuatro frentes:
 - ◆ Confiabilidad Humana
 - ◆ Confiabilidad de Procesos
 - ◆ Confiabilidad de Equipos
 - ◆ Confiabilidad de Diseño.



Mejoramiento de la CO

- ◆ Mejorar la CO se puede conseguir mediante múltiples iniciativas
- ◆ No existe una única metodología que domine todos los aspectos de la CO
- ◆ Depende de la interacción entre los equipos, los procesos, el Talento Humano y el ambiente organizacional
- ◆ Los procesos de capacitación son la herramienta fundamental para el mejoramiento de la Confiabilidad Operacional.



Cuatro Áreas Estratégicas

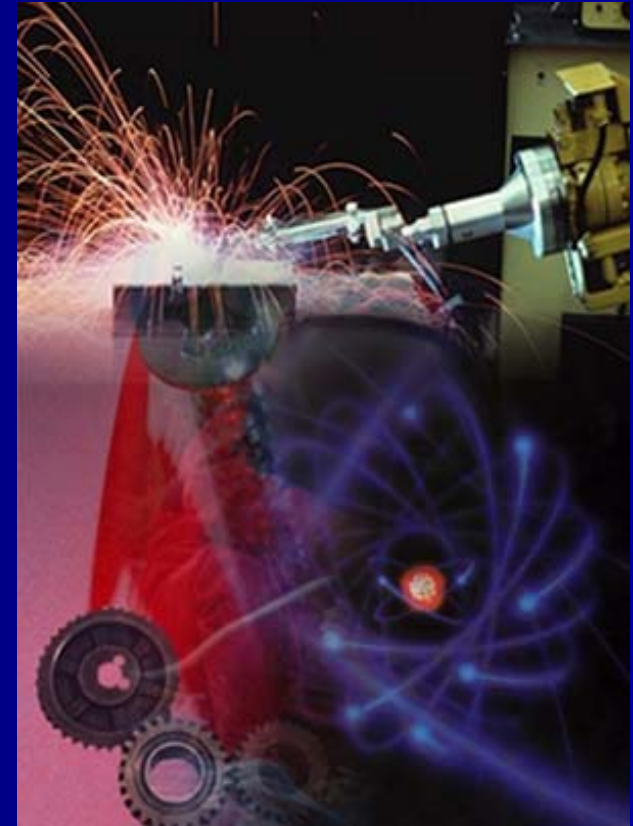


Confiabilidad de los Equipos

- ✦ “La probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica (no falle) bajo condiciones de operación determinadas en un período de tiempo específico”.
- ✦ La confiabilidad se relaciona básicamente con la tasa de fallas (cantidad de fallas) y con el tiempo medio de operación (MTTF), tiempo de operación. Mientras el número de fallas de un determinado equipo vaya en aumento o mientras el MTBF de un equipo disminuya, la confiabilidad del mismo será menor.

Mantenibilidad de los Equipos

- Característica de diseño e instalación, expresada como la probabilidad de que un elemento sea recuperado a una condición especificada, a lo largo de un período dado del tiempo empleado en el mantenimiento, cuando éste se realiza de acuerdo con los procedimientos y recursos prescritos [MIL-STD-721B, 1996 USA].
- El parámetro fundamental para calcular la mantenibilidad lo constituye el tiempo promedio de reparación de las fallas (MTTR).



Mantenibilidad de los Equipos

- ✦ La Ingeniería de Mantenibilidad es la disciplina científica que estudia la complejidad, los factores y los recursos relacionados con las actividades que se deben realizar para mantener y recuperar las funciones de un activo.
- ✦ El Análisis de Mantenibilidad es una potente herramienta, para la descripción de la capacidad de un producto de ser recuperado para el servicio, mediante la realización de tareas de mantenimiento.
- ✦ La Ingeniería de Mantenibilidad proporciona una amplia contribución a la reducción de los costos totales del mantenimiento de un producto activo durante su ciclo de vida.

Confiabilidad de los Procesos

Planes Integrales

En línea con el plan de negocios, al considerar estrategias de ejecución e impacto en producción

PERIODO	DESCRIPCIÓN	EN	FE	MA	AR	MA	JU	JU	AG	SE	OC	NO	DI	DE	ENE	FEB	MAR
01/01	REPARACIÓN DE EQUIPOS	PC	F												10	10	10
02/01	REPARACIÓN DE EQUIPOS	PC		F											10	10	10
03/01	REPARACIÓN DE EQUIPOS	PC				F									10	10	10
04/01	REPARACIÓN DE EQUIPOS	PC					F								10	10	10
05/01	REPARACIÓN DE EQUIPOS	PC						F							10	10	10
06/01	REPARACIÓN DE EQUIPOS	PC							F						10	10	10
07/01	REPARACIÓN DE EQUIPOS	PC								F					10	10	10
08/01	REPARACIÓN DE EQUIPOS	PC									F				10	10	10
09/01	REPARACIÓN DE EQUIPOS	PC										F			10	10	10
10/01	REPARACIÓN DE EQUIPOS	PC											F		10	10	10
11/01	REPARACIÓN DE EQUIPOS	PC												F	10	10	10
12/01	REPARACIÓN DE EQUIPOS	PC													10	10	10

Programas de Sincronización

Paradas de Planta coordinadas por los diferentes entes que participan

ENTIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN
Entidad 1	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01
Entidad 2	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01
Entidad 3	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01
Entidad 4	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01
Entidad 5	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01
Entidad 6	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01
Entidad 7	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01
Entidad 8	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01
Entidad 9	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01
Entidad 10	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01	01/01

Gestión Técnica de los Procesos

- ❖ Eliminar o reducir el error humano
- ❖ Reducir el trabajo humano y sus costos
- ❖ Minimizar el consumo de energía
- ❖ Reducir el tamaño de plantas y de stocks intermedios
- ❖ Cumplir los reglamentos ambientales
- ❖ Alcanzar y mantener el resultado deseado.



Confiabilidad Humana

- ◆ La *Confiabilidad del Talento Humano* se define como la probabilidad de desempeño eficiente y eficaz de las personas, en todos los procesos, sin cometer errores o fallas derivados del conocimiento y actuar humano, durante su competencia laboral, dentro de un entorno organizacional específico.
- ◆ El sistema de Confiabilidad Humana incluye varios elementos de proyección personal, que permiten optimizar los conocimientos, habilidades y destrezas de los miembros de una organización con la finalidad de generar “*Capital Humano*”.

Capital Humano

- ◆ El Capital Humano es el incremento en la capacidad de producción alcanzado mediante el desarrollo de las competencias de los trabajadores de la empresa. Está formado por el conocimiento y el ingenio que hacen parte de las personas, su salud mental y la calidad de sus hábitos de trabajo. Estas capacidades realzadas se adquieren con dedicación, formación, entrenamiento y experiencia. También es común señalar al capital humano como indispensable para la competitividad de las economías modernas ya que su productividad se basa en la generación, difusión y utilización del conocimiento.



Elementos de Confiabilidad Humana

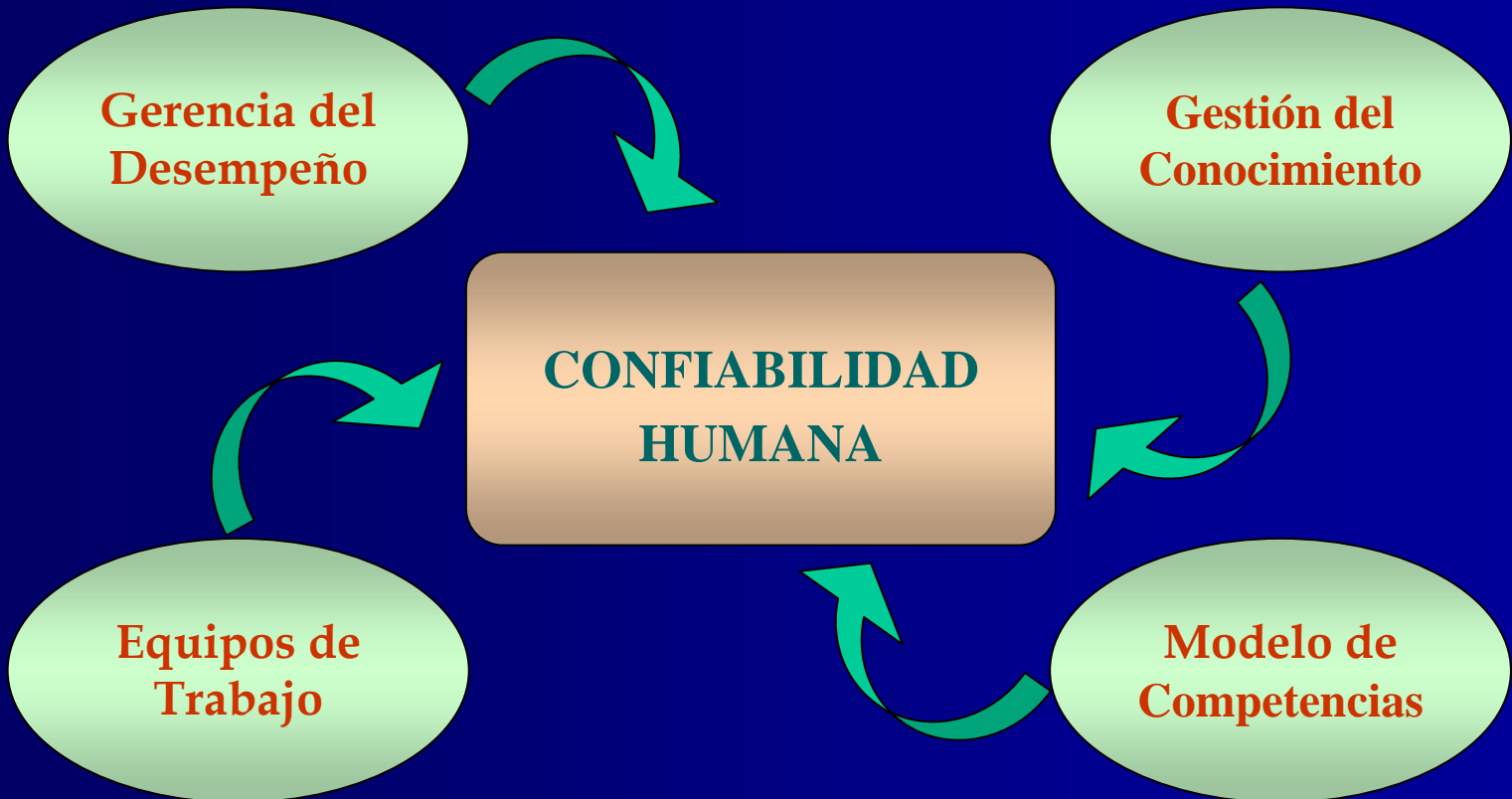


Confiabilidad Basada en Talento

- El mejoramiento de la Confiabilidad Humana se puede lograr mediante la integración de estrategias que incluyan una adecuada gestión del conocimiento, la consolidación de los equipos naturales de trabajo, aplicación de modelos de competencias y la creación de comunidades del conocimiento para desarrollo del mantenimiento, gestionando convenientemente su desempeño, con el fin de asegurar su competitividad, su efectividad y poder preservar el conocimiento de la organización.

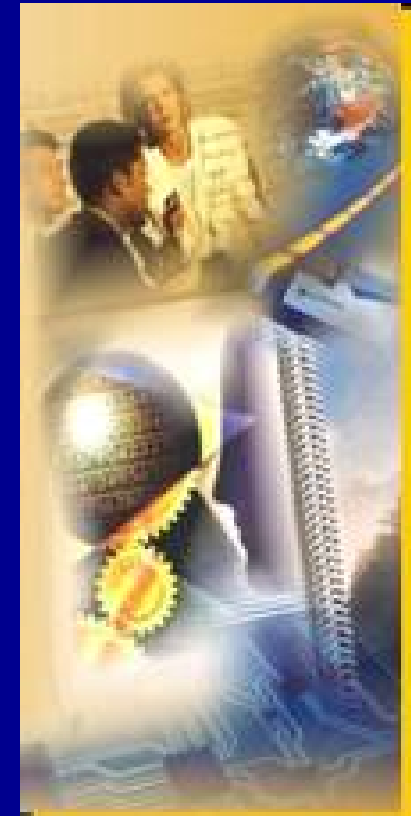


Estrategias de Confiabilidad Humana



Gestión del Conocimiento

- ◆ “Hace referencia a la planificación, organización, dirección, coordinación y control de una red de personas incorporadas en los procesos de la cultura organizacional y apoyadas por las tecnologías de la información y las comunicaciones, que busca la creación, adquisición, adaptación, asimilación, organización, transmisión, protección, uso y conservación del conocimiento, generando beneficios intelectuales, tangibles e intangibles, orientados a potenciar las competencias de la organización y la generación de valor”.



Confiabilidad Humana



Gestión por Competencias

- Herramienta estratégica indispensable para enfrentar los nuevos desafíos que impone el entorno. El Modelo de Competencias es una de las estrategias principales en el desarrollo del Capital Humano, busca impulsar al más alto nivel de calidad las competencias individuales, acordes con las necesidades operativas. Garantiza el desarrollo y administración del potencial intelectual de todos los miembros de la organización.
- En la era actual, donde la información y la tecnología están al alcance de todos, la única ventaja competitiva es la capacidad personal de adaptarse al cambio. Esto se logra mediante el impulso que genera la formación para toda la vida del Talento Humano, donde se mide y valora la formación y experiencias, de acuerdo con un sistema de competencias.

Capacitar el Talento Humano

Para que desarrollen aptitudes y actitudes:

- ✦ Capacidad técnica
- ✦ Conciencia crítica
- ✦ Buena comunicación
- ✦ Buena actitud en el desempeño
- ✦ Voluntad de asumir responsabilidades
- ✦ Persistencia en los objetivos
- ✦ Energía orientada a lograr resultados.



Equipo Natural de Trabajo

- ◆ Conjunto de personas de diferentes funciones dentro de la organización que trabajan juntas por un período de tiempo determinado en un clima de potenciación de energía, para analizar problemas comunes de los departamentos, apuntando al logro de un objetivo común.



Conformación Básica

OPERADOR

Experto en el manejo de
Sistemas y equipos

FACILITADOR

Asesor Metodológico

INGENIERO DE PROCESOS

Visión global de procesos



MANTENEDOR

Expertos en
Mantenimiento de
equipos

PROGRAMADOR

Visión Sistemática
De la actividad

ESPECIALISTAS

En Áreas Específicas

Gerencia del Desempeño

- ✦ Es el proceso que permite monitorear y evaluar la idoneidad del talento humano durante la implantación y desarrollo de las estrategias propuestas, con el fin de garantizar la generación de valor, y tomar las acciones correctivas de manera proactiva.
- ✦ La clave para alcanzar la excelencia organizacional se centra en las personas y su gestión. Las empresas se están dando cuenta de que más allá de las tecnologías y los procesos, son los conocimientos y el saber de sus colaboradores, cada vez más preparados, los que aportan el Capital Intelectual a la organización.
- ✦ Uno de los aspectos claves de la formación industrial es el de gestionar el conocimiento de las personas, pero sobre todo gestionar relaciones entre personas.

Gerencia del Desempeño

- ◆ Para evaluar el desempeño son necesarias una serie de acciones rápidas, con resultados inmediatos, para que tanto la dirección como el personal puedan aplicar los correctivos oportunamente. Por ello, las actividades deben centrarse en los puntos, o en los indicadores, sobre los que se pueda tener control, tanto visualmente como a nivel de resultados.
- ◆ Un factor fundamental para conseguir un aprendizaje eficaz es la confianza. El aprendizaje, la colaboración o la confianza no suceden de manera automática. Hay que provocarlos, inducirlos, fomentarlos, crear las condiciones idóneas para que sobrevengan y generen nuevos conocimientos que provean un mayor Capital Intelectual a la organización, y que garanticen los cuidados necesarios para que este se perpetúe.

Mejoras Potenciales

PRODUCCIÓN	10- 12%	↑
DISPONIBILIDAD	10-15%	↑
HORAS HOMBRE	35-40%	↓
COSTOS DE MANTENIMIENTO	23-30%	↓
COSTOS DE PRODUCCIÓN	12-16%	↓
SEGURIDAD	80%	↑
RETRABAJO	20-40%	↓
INVENTARIOS	10-30%	↓
PARADAS IMPREVISTAS	50-55%	↓



“La Confiabilidad Operacional engrana todos los elementos de vanguardia para que las empresas produzcan con excelencia y generen el máximo valor”.

R. Huerta

Agenda

MÓDULO 2. ESTRATEGIAS DE CONFIABILIDAD OPERACIONAL

- ◆ Planificación del Mantenimiento (PPM)
- ◆ Mantenimiento Basado en Condición (CBM)
- ◆ Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- ◆ Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)
- ◆ Optimización de Mantenimiento Preventivo (PMO)
- ◆ Optimización Integral del Mantenimiento (MIO).

Estrategias Modernas de Mantenimiento

- ◆ Mantenimiento Preventivo Planeado (PPM)
- ◆ Mantenimiento Basado en Condición (CBM)
- ◆ Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- ◆ Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)
- ◆ Optimización de Mantenimiento Preventivo (PMO)
- ◆ Mantenimiento Basado en el Negocio (BBM)
- ◆ Prevención de Mantenimiento (MP)
- ◆ Modelos Mixtos de Confiabilidad (RMM)
- ◆ Optimización Integral de Mantenimiento (MIO).

Estrategias Fundamentales



Mantenimiento Planificado

- ✦ Conjunto sistemático de actividades programadas de mantenimiento cuyo fin es acercarse progresivamente a una planta productiva de Categoría Mundial.
- ✦ Este conjunto de acciones proactivas se lleva a cabo por Talento Humano calificado y con el uso de avanzadas metodologías y técnicas de análisis y diagnóstico de equipos.

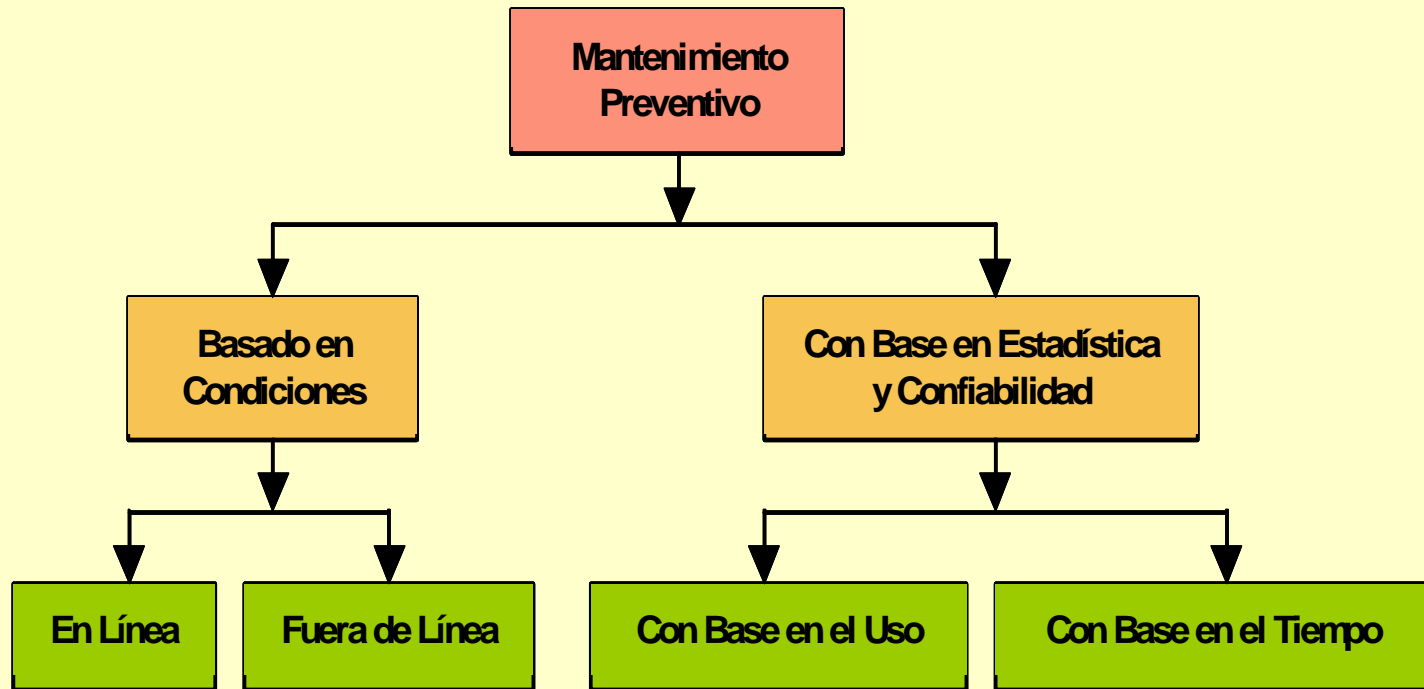


Planificación del Mantenimiento

- ✦ Determinar las áreas de trabajo y las responsabilidades de la Organización
- ✦ Establecer las relaciones y correlaciones entre áreas
- ✦ Asegurar que los objetivos estratégicos de la compañía se comprenden por cada nivel jerárquico
- ✦ Establecer sistemas eficaces de información y comunicaciones.



Mantenimiento Preventivo



Fuente: DUFFUAA, RAOUF, DIXON , 2002.

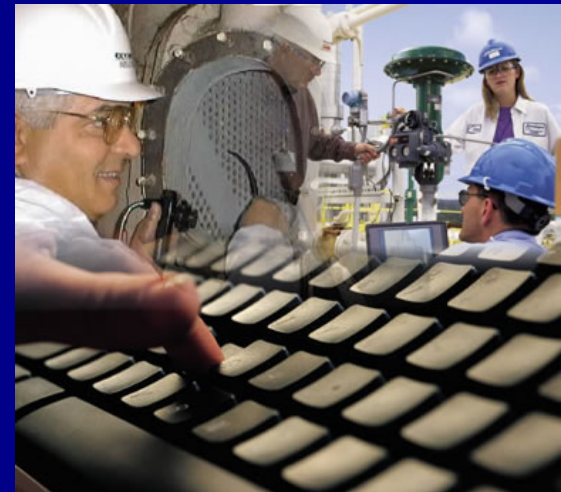
Los Objetivos de Servicio

- ◆ Lograr un mejor aprovechamiento de los recursos (no reducir costos)
- ◆ Facilitar el Mantenimiento Proactivo con rutinas sistematizadas para Mantenimiento Detectivo y Preventivo
- ◆ Planificar el mantenimiento con el apoyo de procesamiento electrónico de datos
- ◆ Asegurar una metodología confiable de análisis de problemas
- ◆ Implementar herramientas de gestión para lograr un mantenimiento confiable y la medición de los resultados.

Agenda

MÓDULO 2.1 Mantenimiento Basado en Condición

- ◆ Que es el Mantenimiento Predictivo (CBM)
- ◆ Monitoreo de Condición
- ◆ Curva P-F
- ◆ Objetivos del CBM
- ◆ Técnicas Aplicables de CBM
- ◆ Beneficios del CBM
- ◆ Implementación del CBM.



Que es el Mantenimiento Predictivo

- "El conjunto de actividades, programadas para detectar las fallas de los equipos por revelación antes que sucedan, con los equipos en operación y sin perjuicio de la producción, usando aparatos de diagnóstico y pruebas no destructivas".



El Monitoreo de Condición

“The continuous or periodic measurement and interpretation of data to indicate the condition of an item to determine the need for maintenance”

***BS 3811: 1984 British Standard
glossary of maintenance
management terms in terotechnology***
London: British Standards Institution



Qué es Monitoreo de Condición?

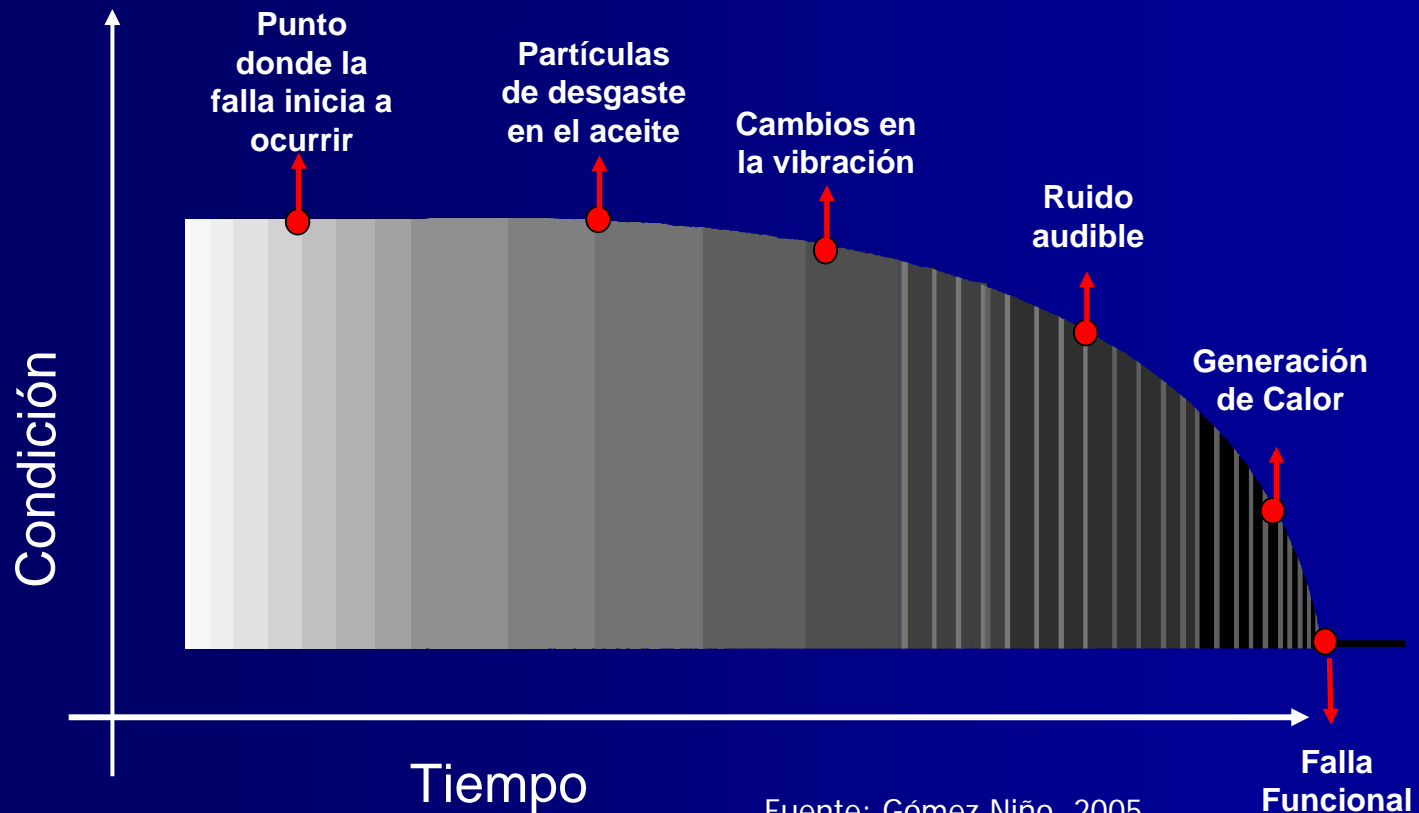
- ◆ El monitoreo de condición confía en la verdad que la mayor parte de las fallas no ocurren instantáneamente.
- ◆ Al inicio de la falla la magnitud de esta, puede ser tan pequeña que es idetectable.
- ◆ En algunos puntos, sin embargo, la magnitud crece a un nivel en el cual esta es medible.
- ◆ Una vez observada la falla, el equipo puede seguir funcionando mientras se hacen los preparativos para la corrección.
- ◆ Si no se corrige, el componente puede fallar completamente.



P-F Curve

Curva P-F

Muestra el punto óptimo de intervención



Fuente: Gómez Niño, 2005

Objetivos del Monitoreo de Condición

- ✦ Definir los puntos claves de monitoreo y las técnicas de inspección(estándares) para los equipos críticos.
- ✦ Organización y motivación para el éxito (relaciones interpersonales, conocimiento, experiencia, equipos).
- ✦ Definir procesos y procedimientos para brindar la información necesaria y tomar decisiones y acciones en conjunto (reuniones, reportes).



Técnicas Aplicables de CBM

- ◆ Análisis de Vibraciones
- ◆ Análisis de Lubricantes
- ◆ Termografía
- ◆ Termometría
- ◆ Impulsos de Choque
- ◆ Análisis de Ruidos
- ◆ Signos Vitales
- ◆ Ultrasonido
- ◆ Emisión Acústica
- ◆ Análisis FFT
- ◆ Radiografía X, Beta, Gama
- ◆ Inspección Visión Remota
- ◆ Ferrografía
- ◆ Líquidos Penetrantes
- ◆ Análisis de Furanos
- ◆ Motor Circuit Evaluator (MCE y EMAX)
- ◆ Análisis de Transformadores.

Beneficios del CBM

- ◆ Detención precoz de las fallas incipientes
- ◆ Minimización de las Paradas Imprevistas
- ◆ Eliminación de las inspecciones periódicas
- ◆ Aumento del periódico entre revisiones
- ◆ Ahorro y disminución de inventarios
- ◆ Corrección a tiempo de problemas de montaje
- ◆ Ahorro apreciable en los consumos de energía
- ◆ Garantía de cumplimiento de las condiciones de diseño.

Agenda

MÓDULO 2.2 Mantenimiento Productivo Total

- ◆ La Productiva en el Mantenimiento
- ◆ Elementos y Principios Básicos del TPM
- ◆ Estructura Moderna del TPM
- ◆ Qué Significan las Cinco S
- ◆ El Mantenimiento Autónomo
- ◆ Eficacia de los Equipos
- ◆ Las Seis Grandes Pérdidas
- ◆ Implementación del TPM.

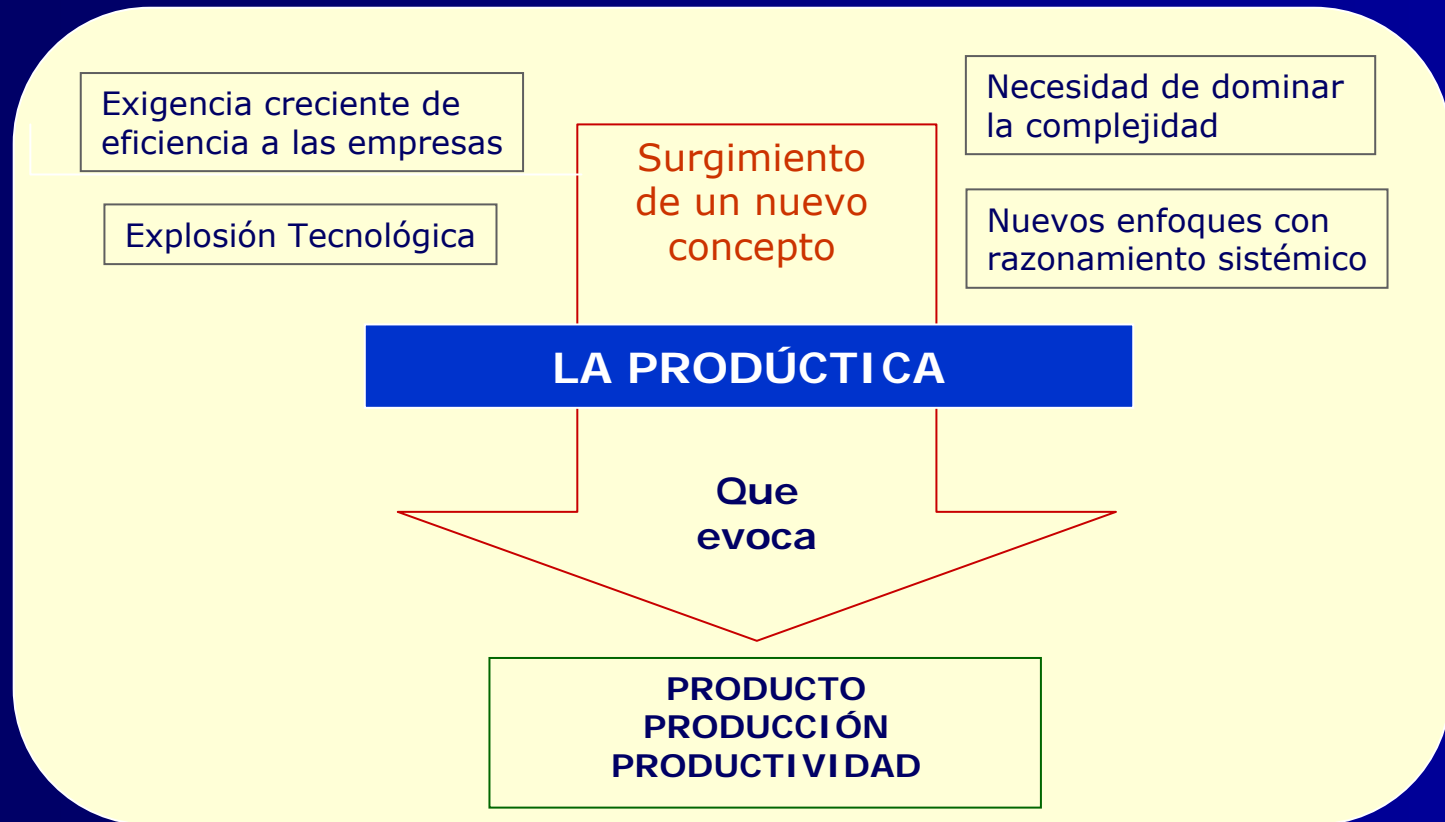


La Prodúctica

Es una moderna Tecnología Industrial que representa un aporte significativo al desarrollo empresarial, cuyo objetivo es el incremento de la competitividad de las empresas, logrando aumentar su productividad mediante la utilización de herramientas básicas al servicio de la industria.

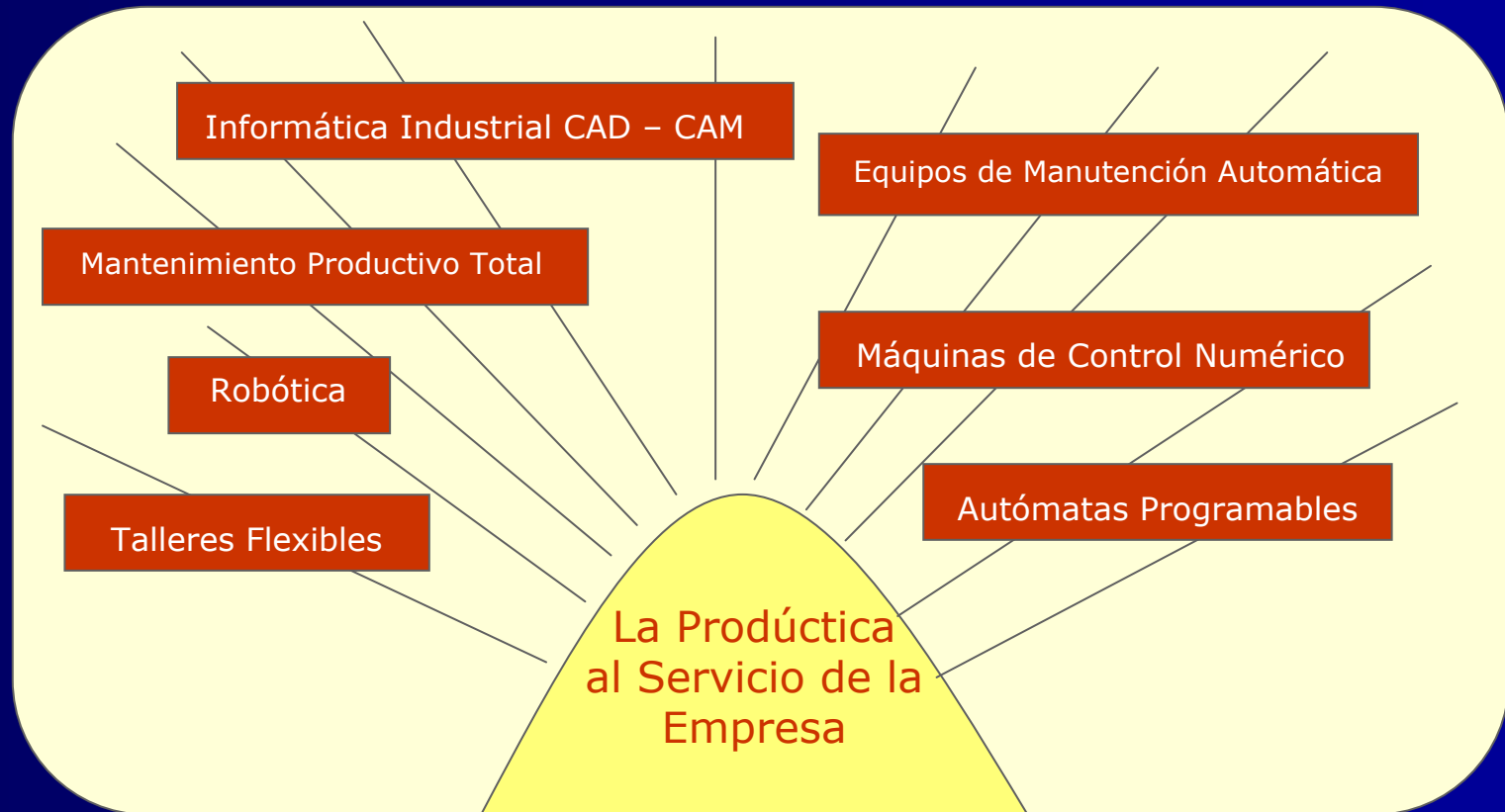


La Prodúctica



Fuente: Sánchez, 2001

Elementos de la Prodúctica



Fuente: Sánchez, 2001

Recursos de Productividad

- ◆ El Talento Humano
- ◆ El tiempo
- ◆ La energía
- ◆ Las materias primas
- ◆ Los equipos
- ◆ Los servicios
- ◆ Los presupuestos
- ◆ Las estructuras administrativas
- ◆ Las mejoras tecnológicas
- ◆ Los sistemas de información.



Definición del JIPM de TPM

- El TPM se orienta a maximizar la eficacia de los equipos (mejorar la eficiencia global) estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo, involucrando todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción, mantenimiento, etc.), con la participación de todos los empleados desde la alta dirección hasta los operarios, para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión, de la motivación, o actividades de pequeños grupos voluntarios.

Significados de Total

- ◆ **Mantenimiento Preventivo - Predictivo Total:**
Incluye la Prevención del Mantenimiento y la mejora en la ejecución del mantenimiento Preventivo y Predictivo.
- ◆ **Participación Total:** Fundamentada en Mantenimiento Autónomo, por la actividad de pequeños grupos en todo nivel.
- ◆ **Eficacia Total:** Implica la búsqueda de eficacia, productividad y rentabilidad.

Elementos del TPM

Según Nakajima

- ✦ TPM – AM (Mantenimiento Autonomo)
- ✦ TPM – PM (Mantenimiento Preventivo – Predictivo)
- ✦ TPM – EM (Administracion Eficiente de Equipos)
- ✦ TPM – TEI (Participacion Total de los Empleados).

- ✦ Optimización de la Efectividad y la Disponibilidad
- ✦ Mantenimiento Preventivo – Predictivo para toda la vida útil
- ✦ Implementación multidisciplinaria
- ✦ Inclusión general de todos los miembros de la organización
- ✦ Fundamentado en la actividad de pequeños grupos.

Principios del TPM

- ✦ Cero Defectos
- ✦ Cero Averías
- ✦ Cero Demoras
- ✦ Cero Accidentes
- ✦ Cero Inventarios
- ✦ Alta Productividad
- ✦ Rentabilidad Total
- ✦ Mejora de la Eficacia
- ✦ Participación Total
- ✦ Logística y Terotecnología
- ✦ Mejoramiento del Lugar de Trabajo.



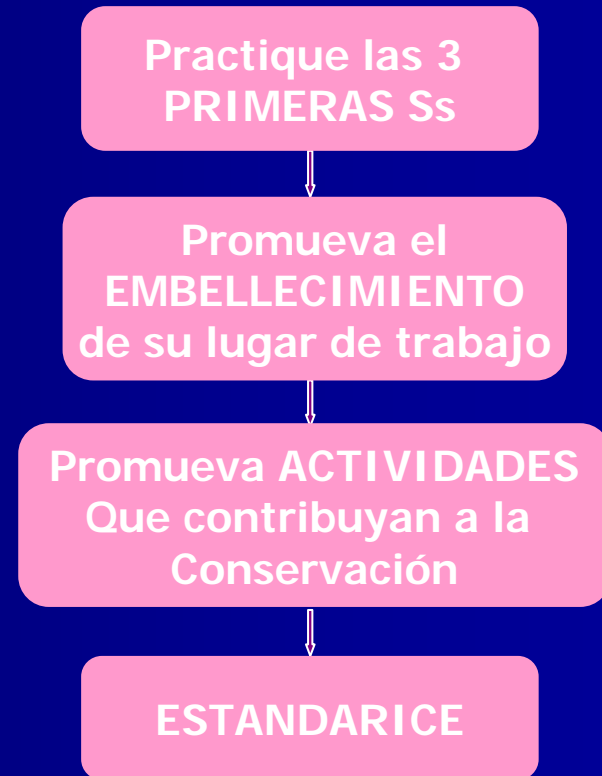
Estructura Moderna del TPM



Fuente: *TPMonline.com*

Las cinco ESES

- SEIRI (Organización)
Clasificar
- SEITON (Orden)
Organizar
- SEISO (Limpieza)
Cuidar
- SEIKETSU (Pureza)
Estandarizar
- SHITSUKE (Disciplina)
Sostener.



Las Cinco ESES

En esencia se trata de...

- ✦ Eliminar del área de trabajo lo que no pertenece a ella
- ✦ Asignar un lugar fijo, lógico y conveniente a cada herramienta o material que se necesita
- ✦ Hacer una limpieza excepcional
- ✦ Establecer las nuevas condiciones como normales
- ✦ Sostener el esfuerzo para no perder lo alcanzado.



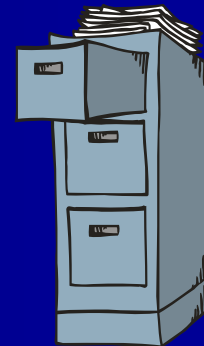
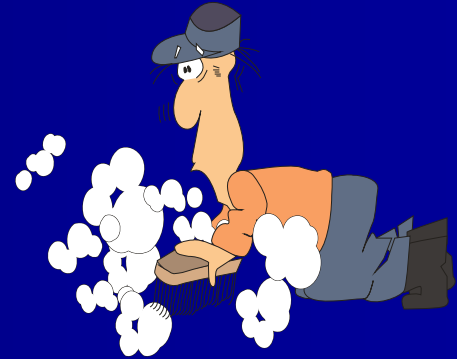
Mantenimiento Autónomo

Todos los empleados deben estar de acuerdo en que los operadores son responsables del mantenimiento de su propio equipo.

- ◆ Tiene que ser periódico
- ◆ Tiene que llevar medidas reales del mantenimiento
- ◆ Planificación adecuada
- ◆ Selección de lubricantes efectiva
- ◆ Capacitación del operario.

Implementación del AM

- ◆ Limpieza inicial
- ◆ Eliminación de fuentes de contaminación
- ◆ Estándares de limpieza y de lubricación
- ◆ Inspección general
- ◆ Inspección autónoma
- ◆ Organización y orden del lugar de trabajo
- ◆ Implementación plena del programa.



Eficacia del Equipo

La eficacia se mide mediante la determinación de OEE (Efectividad Global del equipo) que esta definida por:

✦ Mínima disponibilidad del equipo	90%
✦ Eficiencia del desempeño	95%
✦ Porcentaje de productos de calidad	99%.

$$OEE = 0.9 \times 0.95 \times 0.99 = 0.85$$

Las Seis Grandes Pérdidas

- ◆ Pérdidas por Averías
- ◆ Pérdidas de Preparación y Ajustes
- ◆ Pérdidas de Velocidad Reducida
- ◆ Pérdidas de Puesta en Marcha
- ◆ Inactividad y Pérdidas por Paradas Menores
- ◆ Defectos de Calidad y Repetición de Trabajos.



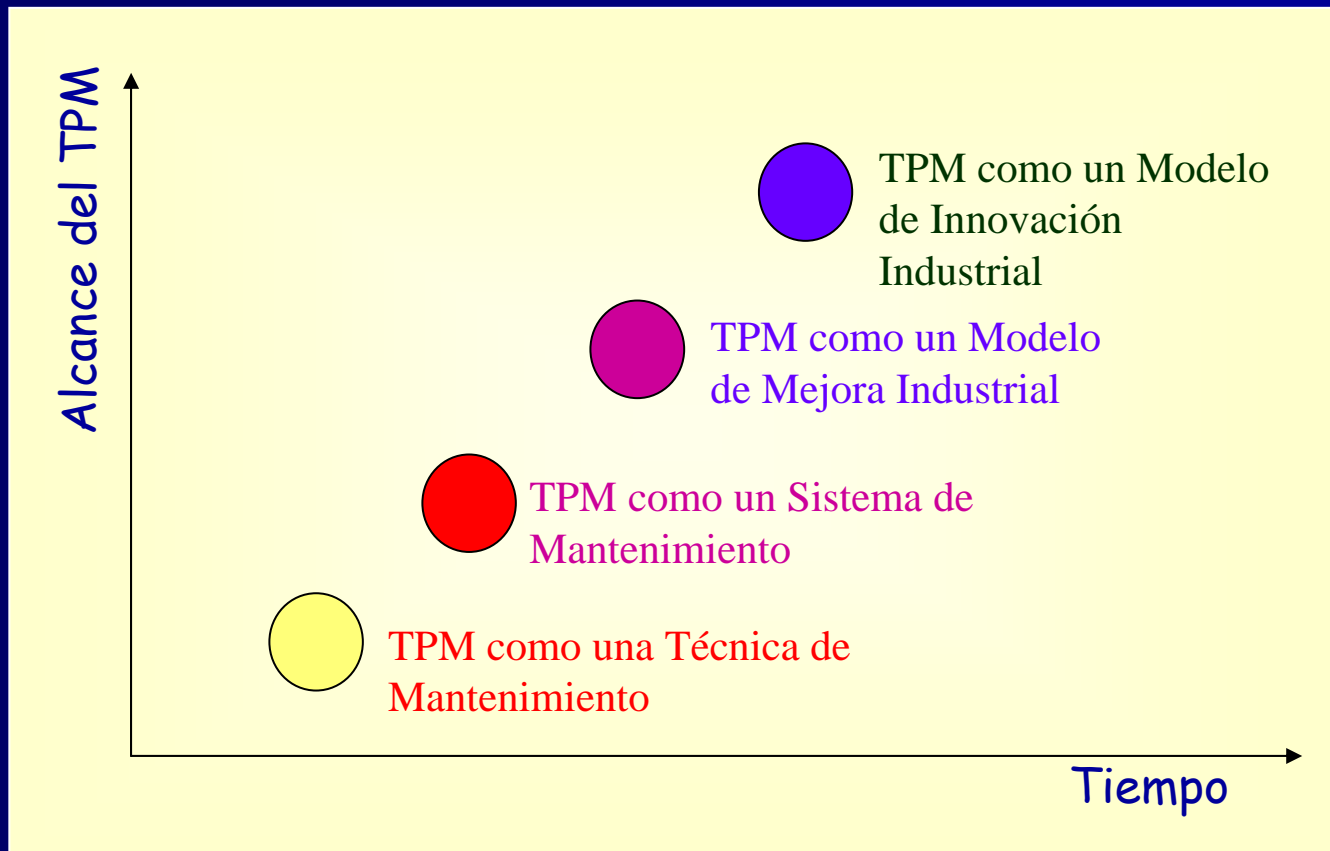
Implementación del TPM

1. Anuncio de la alta dirección de la decisión de introducir el TPM
2. Lanzamiento de la campaña educativa
3. Creación de organizaciones de promoción
4. Establecimiento de políticas y metas del TPM
5. Formulación del plan maestro de desarrollo
6. Disparo de la salida del TPM.

Implementación del TPM

7. Mejoramiento de la efectividad del equipo
8. Establecimiento del Mantenimiento Autónomo
9. Establecimiento del programa de automantenimiento
10. Entrenamientos para mejorar las capacidades operativas
11. Programa temprano de Gestión de Equipos
12. Implantación plena del TPM.

Alcance del TPM



Agenda

MÓDULO 2.3 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)

- ◆ Elementos Esenciales del RCM
- ◆ Beneficios de la Implantación del RCM
- ◆ Las Siete Preguntas del RCM
- ◆ Análisis del Proceso RCM
- ◆ El Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA)
- ◆ Metodología de Implementación de RCM.



Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

- ◆ El **RCM** es una metodología utilizada para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe llevando a cabo su función en el contexto operacional presente.
- ◆ El **RCM** es un enfoque sistémico para mejorar la Confiabilidad de los equipos a un costo mínimo, centrándose en sus funciones principales y en acciones justificadas técnica y económicamente.
- ◆ El objetivo primario del **RCM** es conservar la función de sistema, antes que la función del equipo.

Definición formal de RCM

“Filosofía de gestión de mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la Confiabilidad Operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, tomando en cuenta los posibles efectos que originan los modos de fallas de estos activos, en la seguridad, el ambiente y las funciones operacionales ”.



Beneficios del RCM

Definir estrategias de mantenimiento que:

- ◆ Mejoren la seguridad
- ◆ Mejoren el rendimiento operacional de los activos
- ◆ Mejoren la relación costo/riesgo-efectividad del mantenimiento
- ◆ Minimicen el efecto ambiental
- ◆ Hagan que los procesos sean documentados y auditables.



Cómo se debe aplicar el RCM?

Factores claves de éxito:

- Los proyectos deben ser cuidadosamente seleccionados y definidos (donde aplicarlo)
- Involucramiento y reporte del cliente es vital
- Identificación y uso de la mejor información de fallas disponibles (experiencias específicas respaldadas con fuentes genéricas)
- Los beneficios antes y después deben ser medibles.



Aplicación de la Metodología RCM

LAS 7 PREGUNTAS DEL RCM

- CUÁLES SON LAS FUNCIONES DEL ACTIVO?
- CUALES SON LAS FALLAS FUNCIONALES?
- CUALES SON LOS MODOS DE FALLA?
- CUÁL ES EL EFECTO DE FALLA?
- QUÉ IMPORTANCIA TIENE LA FALLA?
- QUÉ PUEDE PLANEARSE PARA PREVENIR LA FALLA?
- QUÉ HACER SI NO SE PUEDE PREVENIR LA FALLA?.



FMEA



LÓGICA DE
DECISIONES
DE RCM

Grupo de revisión del RCM



Fuente: Mubray, 2001

Metodología de Aplicación

- ◆ Definir funciones y normas de acción
- ◆ Buscar fallas funcionales
- ◆ Analizar los modos de falla
- ◆ Analizar los efectos de las fallas
- ◆ Clasificar las consecuencias de las fallas
- ◆ Aplicar programas optimizados de Mantenimiento.



Tareas de RCM según la Falla

- ◆ Fallas Ocultas: Solo se le asignan tareas Proactivas si estas fallas afectan gravemente el equipo.
- ◆ Fallas por Seguridad y Consecuencias Ambientales: La tarea proactiva vale la pena si se reduce el riesgo de falla a un nivel muy bajo o a cero.
- ◆ Fallas con Consecuencias Operacionales: Se realizan solo si se justifica el costo.
- ◆ Fallas con Consecuencias No Operacionales: Implica tareas Proactivas si el costo de estas es menor que la reparación.

Agenda

MÓDULO 2.4 Optimización de Mantenimiento Preventivo (PMO)

- ◆ Ciclo del Mantenimiento Reactivo
- ◆ Que es el PMO
- ◆ Análisis Estadístico de Confiabilidad
- ◆ Beneficios Reales del Sistema
- ◆ Etapas de Implementación del PMO
- ◆ Optimización de la Programación y Costos de PM
- ◆ Sistema PMO Exitoso
- ◆ Estudio de Casos.

Optimización de Mantenimiento Preventivo

- ✦ El sistema de Optimización de Mantenimiento Preventivo (PMO) es un método diseñado para revisar los requerimientos de mantenimiento, el historial de fallas y la información técnica de los activos en operación.
- ✦ La PMO facilita el diseño de un marco formal de trabajo racional y rentable, basado en Confiabilidad, cuando un sistema de PM está consolidado y la planta se encuentra bajo control.



Ciclo del Mantenimiento Reactivo



Fuente: Turner, Steve. 2000

Paradigma de Mantenimiento

¿ CÓMO SE ESTIMA LA CONFIABILIDAD?



El Sistema PMO

- ◆ Analiza el programa de mantenimiento anterior
- ◆ Realiza los Análisis de Confiabilidad
- ◆ Genera una base de datos de los modos de falla
- ◆ Escoge el método más eficaz de mantenimiento
- ◆ Se basa en la experiencia del personal de planta
- ◆ Usa el diagrama de decisiones del RCM
- ◆ Reconoce la importancia de las funciones del activo
- ◆ Diseña de un marco de trabajo racional y rentable
- ◆ Establece la adecuada asignación de recursos.

El Sistema PMO

- ◆ Analiza el programa de mantenimiento anterior
- ◆ Realiza los Análisis de Confiabilidad
- ◆ Genera una base de datos de los modos de falla
- ◆ Escoge el método más eficaz de mantenimiento
- ◆ Se basa en la experiencia del personal de planta
- ◆ Usa el diagrama de decisiones del RCM
- ◆ Reconoce la importancia de las funciones del activo
- ◆ Diseña de un marco de trabajo racional y rentable
- ◆ Establece la adecuada asignación de recursos.



En el Sistema PMO:

- ✦ Se reconocen y resuelven los problemas con la información exacta
- ✦ Se logra un efectivo uso de los recursos
- ✦ Se mejora la productividad de los operarios y del personal de mantenimiento
- ✦ Se adapta a las situaciones y a los objetivos específicos de cada cliente
- ✦ La optimización del PM motiva al personal.



El Análisis Estadístico de Confiabilidad

Permite:

- ◆ Diseñar las políticas de mantenimiento a utilizar en el futuro
- ◆ Determinar las frecuencias óptimas de ejecución del mantenimiento preventivo
- ◆ Optimizar el uso los recursos físicos y del talento humano
- ◆ Calcular intervalos óptimos de sustitución económica de equipos
- ◆ Minimizar los costos del departamento.



Beneficios Reales del Sistema

- ◆ Determinar el comportamiento de fallas de los equipos
- ◆ Estimar el efecto del PM en la Confiabilidad
- ◆ Utilizar adecuadamente todos los recursos disponibles
- ◆ Eliminar fallas y paradas imprevistas
- ◆ Incrementar la Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Efectividad Global de los equipos.



Implementación del Sistema PMO

Paso 1: Establecimiento de las funciones y tareas

Paso 2: Análisis de los modos de falla

Paso 3: Racionalización de los procedimientos

Paso 4: Análisis de Confiabilidad

Paso 5: Evaluación de las consecuencias

Paso 6: Determinación de las políticas de mantenimiento

Paso 7: Revisión de los procesos funcionales

Paso 8: Implementación y aprobación de los programas

Paso 9: Proyecto de vida y mejoramiento continuo.

Steve Turner 2000.

Sistema PMO Exitoso

El éxito radica en adaptar un Modelo de Confiabilidad de acuerdo con la realidad de cada organización. Las mejores prácticas plantean que se deben optimizar los planes de mantenimiento basados en estudio de la Confiabilidad, para minimizar las fallas imprevistas de los procesos productivos y reducir al máximo el reemplazo y nueva inversión en equipos; lo cual se traduce en disminución de los costos de producción con el correspondiente aumento de la competitividad de la empresa.

Conclusiones

- ◆ La fuerza fundamental del PMO se basa en que las acciones de mantenimiento tienen valor agregado, y que el sistema genera mejoras en muchos otros aspectos de la gestión de activos de la empresa, aparte de los Análisis de Confiabilidad.
- ◆ El PMO se basa en la experiencia y el conocimiento técnico del personal, esto crea un alto grado de responsabilidad y pertenencia
- ◆ El mayor aporte del Análisis Weibull es proveer una herramienta práctica para el mejoramiento continuo del diseño y mantenimiento de los equipos
- ◆ El análisis de fallas es la etapa más importante para establecer un programa de mantenimiento óptimo, y éste depende de los registros históricos de los equipos durante su vida útil.



Hacer predicciones es muy difícil,
especialmente cuando se trata del
futuro.

N. Bohr

Agenda

MÓDULO 2.5 Optimización Integral del Mantenimiento (MIO)

- ◆ Principios de la Optimización Integral
- ◆ Gestión Integral de Activos
- ◆ Definición de Estrategias
- ◆ Gestión del Talento Humano
- ◆ Optimización de los Activos Físicos
- ◆ Optimización de Procedimientos
- ◆ Gerencia Basada en Confiabilidad
- ◆ Excelencia Empresarial.

Optimización Integral del Mantenimiento

- ◆ El mantenimiento debe concebirse orientado a los negocios (Business Centred Maintenance - BCM, Anthony Kelly - Reino Unido), y orientado a los resultados (Results Oriented Maintenance - ROM, Christer Idhammar - Suecia).
- ◆ Para ello debemos tener en mente el objetivo a cumplir, que es la Competitividad. Para lograrla existen algunos factores claves como la Calidad, satisfacción de las necesidades los clientes y precio competitivo del producto o servicio, con base en Productividad.

Optimización Integral del Mantenimiento

- ✦ Pero la calidad y la productividad, el respeto a la seguridad y al medio ambiente, no son suficientes sino son permanentes, se deben lograr siempre y para ello se necesita el aporte del quinto factor clave de la competitividad: la Confiabilidad.
- ✦ La Confiabilidad es lo que permite asegurar los cuatro primeros factores claves a lo largo del tiempo y por lo tanto asegurar la competitividad.
- ✦ El desarrollo del Talento Humano, es el factor clave para garantizar la Confiabilidad de los Activos.

Optimización Integral del Mantenimiento

- ◆ La Optimización Integral del Mantenimiento propone, en función de la orientación a los negocios y el plan estratégico, un enfoque para desarrollar la función del mantenimiento en un marco conceptual global, integral y estructurado.



Optimización Integral del Mantenimiento

- ◆ La MIO requiere la optimización total del Talento Humano, las Estrategias, los Recursos Materiales, y los Sistemas y los Procedimientos, desarrollando en cada uno de ellos todos sus aspectos conceptuales y un eficaz proceso de implantación.



Áreas de la Optimización Integral



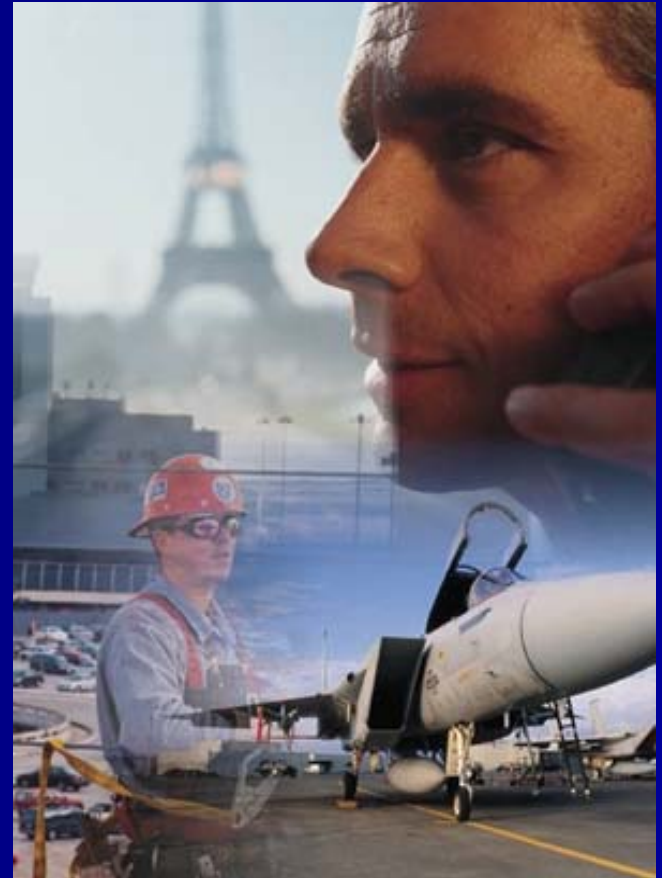
Gestión del Talento Humano

- ◆ Es indispensable una gestión eficaz del Talento Humano mediante el empleo de modelos de competencias, la dirección por valores, el entrenamiento (Coaching), empoderamiento (Empowerment), el trabajo en grupo (Groupware y Wokflow) y la inteligencia emocional, porque se requiere que cada una de las personas se comprometa e involucre en la misión de la empresa. Capturar y aprovechar las nuevas potencialidades en beneficio de la organización, permite convertir capital intelectual en capital financiero, lo cual constituye un nuevo paradigma organizacional.

La Clave del Liderazgo

Es llevar a cabo las tareas asignadas fomentando las relaciones humanas

- Los grandes líderes: poseen el arte de construir relaciones que funcionan
- Inspiran una visión compartida
- Enfocados al futuro y al cambio
- Generan confianza y tienen seguidores
- Poseen alto nivel de integridad, energía y entusiasmo.



Generar Orgullo Grupal por los Logros

- ◆ Pasar de procesos puntuales a procesos de mejora continua
- ◆ Pasar de propuestas de corto plazo a una estrategia de largo plazo
- ◆ Pasar de poner énfasis en lo que se hace a pensar en lo que el cliente necesita
- ◆ Pasar de un pensamiento individual al pensamiento grupal
- ◆ Pasar de una tarea de especialistas a una tarea especializada
- ◆ Pasar de una evaluación subjetiva a una medición de resultados.

Orgullo por el trabajo

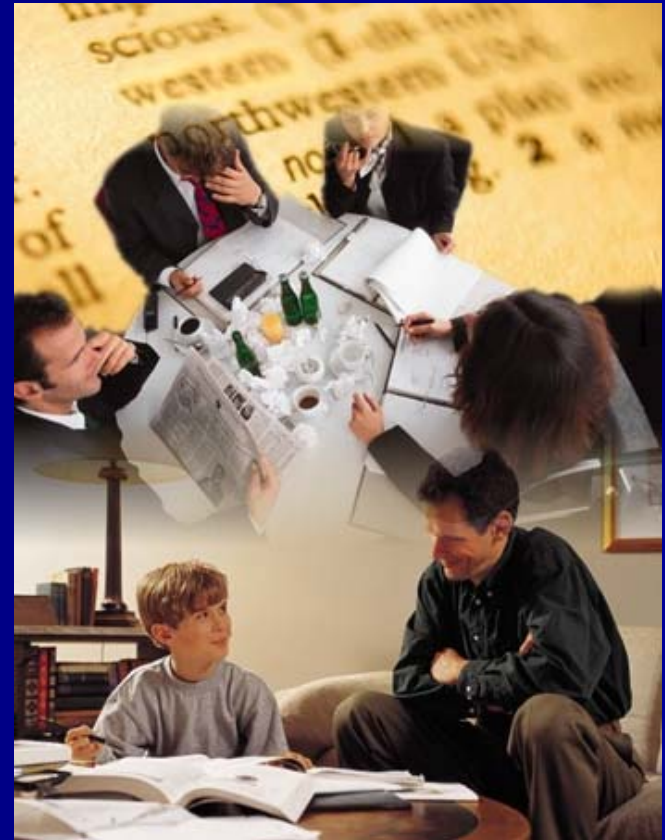


Es un sentimiento, una actitud, el móvil principal que motiva a la gente a hacer lo mejor que pueden.

“Yo soy importante, mi trabajo es importante, quiero realizar mi labor lo mejor posible”

Definición de las Estrategias

- ◆ Estrategia Global de la Empresa
- ◆ Objetivos Estratégicos Competitivos
- ◆ Indicadores de Gestión
- ◆ Niveles y Procesos de Decisión
- ◆ Inventario de Planta. Codificación y Registro
- ◆ Priorización de los Equipos
- ◆ Análisis Funcional de Activos
- ◆ Determinación de Estrategias de Mantenimiento
- ◆ Auditorias de Implementación.



Aspectos Claves del Éxito

- ◆ Estrategias de ejecución integradas con la Misión
- ◆ Objetivos y metas específicas
- ◆ Participantes expertos y conocedor de la actividad
- ◆ Prever la identificación de problemas y su eliminación sistemática
- ◆ Planificación dinámica y “costo-efectiva”
- ◆ Definición clara de roles y responsabilidades.



Optimización de los Activos

- ◆ Definir las Máquinas y Herramientas
- ◆ Repuestos y materiales necesarios
- ◆ Determinar criticidad, accesibilidad, tiempo de reposición, costo y demanda
- ◆ Gestión de Stocks a desarrollar
- ◆ Repuestos Centrados en Confiabilidad (RCS)
- ◆ Repuestos Estratégicos
- ◆ Índices de Rotación
- ◆ Aprovisionamiento Económico Óptimo.



Gerencia Integral de Activos



Optimización de los Procesos

- ◆ Registro del Historial de Equipos
- ◆ Planificación y Programación de Actividades
- ◆ Plan Integral de Mantenimiento
- ◆ Análisis Técnico Económico de Fallas
- ◆ Optimización Costo - Riesgo - Beneficio
- ◆ Gestión Óptima de Inventarios
- ◆ Análisis y Diagnóstico de Sistemas
- ◆ Control de Indicadores de Gestión
- ◆ Plan de Mejoramiento Continuo.



Lograr Autonomía Operativa

- ◆ Mano de obra calificada y capacitada
- ◆ Integración estratégica del grupo con la Visión
- ◆ Desarrollar procedimientos eficientes de atención a los requerimientos de los clientes
- ◆ Compartir la información vital
- ◆ Registro y acopio eficaz de la información
- ◆ Gestión del Conocimiento mediante Indicadores.

